

【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザ光源と、レーザ光源から出射されたレーザ光を変調する回折光学素子とを少なくとも有するレーザ加工装置であって、

円盤状のディスクに複数個の前記回折光学素子が設けられてなることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項2】前記複数個の回折光学素子を選択するための選択手段を有してなることを特徴とする請求項1記載のレーザ加工装置。

【請求項3】前記選択手段は形成すべきパターンに応じて所望の回折光学素子を選択することを特徴とする請求項2に記載のレーザ加工装置。

【請求項4】上記回折光学素子は、二値位相格子であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項5】上記回折光学素子は、多値位相格子または連続位相格子であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項6】上記レーザ光源は間歇的にレーザ光を出力し、該レーザ光の出力タイミングと、上記ディスクの回転とが同期してなることを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項7】上記回折光学素子の幅 L は、 D をレーザ光のビーム径、 R を上記ディスクの半径、 ω をディスクの回転角速度、 Δt を上記レーザ光のパルス幅としたときに、

$$(L-D)/R\omega \geq \Delta t$$

の条件を満たすように設定されてなることを特徴とする請求項1から請求項6の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項8】上記ディスクが複数枚配置されてなることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項9】前記複数枚のディスクが同一軸上に配置されてなり、各ディスクは独立して制御されてなることを特徴とする請求項8に記載のレーザ加工装置。

【請求項10】前記複数枚の上記ディスクが互いに異なる軸上にそれぞれ複数枚配置されてなり、各ディスクは独立に制御されてなることを特徴とする請求項8に記載のレーザ加工装置。

【請求項11】第1の軸に形成された少なくとも1つの前記ディスクの一部が、第1の軸とは異なる軸に形成された少なくとも1つのディスクと重なるように配置されるとともに、それぞれのディスクの回転が独立して制御されてなることを特徴とする請求項10に記載のレーザ加工装置。

【請求項12】上記ディスクは透明材料で構成され、上記回折光学素子は透過型の素子であることを特徴とする請求項1から請求項11の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項13】上記ディスクは金属材料で構成され、上記回折光学素子は反射型の素子であることを特徴とする請求項1から請求項11の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項14】上記ディスクは、樹脂と前記樹脂の表面に形成された反射膜とからなり、上記回折光学素子は前記反射膜に形成される反射型の素子であることを特徴とする請求項1から請求項13の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項15】上記回折光学素子は、上記ディスク上に形成される同心円状のトラックに配置されてなることを特徴とする請求項1から請求項14の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項16】上記レーザ光源は、パルスレーザまたはQスイッチレーザであることを特徴とする請求項1から請求項15の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項17】上記レーザ光源のレーザ光の出力タイミングと上記ディスクの回転の同期は、上記ディスクを駆動モータにより等速で回転させ、予めプログラムされた時系列信号に基づいてレーザ光源を制御することにより行われることを特徴とする請求項6から請求項16の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項18】上記レーザ光源のレーザ光の出力タイミングと上記ディスクの回転の同期は、上記ディスク上にレーザ光透過窓を設け、該レーザ光透過窓を透過したレーザ光が、折り返し光路を構成する反射系および光学系を介して前記レーザ光透過窓と対応づけられた当該ディスク上の回折光学素子に照射されることにより行われることを特徴とする請求項6から請求項16の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項19】上記折り返し光路は、光ファイバで形成されることを特徴とする請求項18記載のレーザ加工装置。

【請求項20】上記レーザ光源のレーザ光の出力タイミングと上記ディスクの回転の同期は、上記ディスクの駆動モータの制御情報および上記レーザ光源の制御情報を記録した情報記録領域を上記ディスク上に設け、該情報記録領域から読み出された制御情報に基づいて行われることを特徴とする請求項6から請求項16の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項21】上記情報記録領域に記録される情報は、光学的に読みとり可能なコードパターンで表されることを特徴とする請求項20記載のレーザ加工装置。

【請求項22】上記回折光学素子は、XY座標系で設計した素子データをRθ座標系に変換し、変換後のデータに基づいて上記ディスク上に形成されることを特徴とする請求項1から請求項21の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項23】上記回折光学素子は、上記ディスク上に同心円状に形成されたキャリアを位相変調または位置変

調して形成されることを特徴とする請求項1から請求項22の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項24】上記回折光学素子は、上記ディスクの両面に形成されることを特徴とする請求項1から請求項23の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項25】複数の回折光学素子が形成されたディスクと、レーザ光源とを少なくとも有するレーザ加工装置により試料を加工する加工方法において、前記レーザ光源からのレーザ光を前記回折光学素子を介して変調し、前記試料に照射し、所定のパターンを形成することを特徴とする加工方法。

【請求項26】前記ディスクが複数枚同一軸上に形成されてなり、各ディスクを独立して制御することを特徴とする請求項25に記載の加工方法。

【請求項27】異なる軸上に少なくとも1つのディスクが形成されてなり、各ディスクを独立して制御し、所望のパターンを形成することを特徴とする請求項25に記載の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ加工装置及び加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来において、シリコンやサファイア等の試料に所定のパターンを形成する加工を行う場合に、レーザ光を試料に照射するレーザ加工装置が用いられることがある。

【0003】かかるレーザ加工装置には、例えばYAGレーザ発振器等をレーザ光源とし、そのレーザ光源から出力されるレーザ光を例えば位相格子などの回折光学素子により変調し、その変調の結果得られる所定の回折パターン（光強度パターン）を試料に照射して加工を行うものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、回折光学素子を用いた従来のレーザ加工装置は、多種多様な加工パターンに柔軟に対応することが困難であるという難点を有していた。即ち、上記レーザ加工装置においては、通常一つの回折光学素子を用いて加工を行うため、例えば回折光学素子として2値位相格子を用いて複雑なパターンを形成する場合には、2値位相格子は原理的に180°回転対称なパターンしか形成できないため、複数種類のパターンの2値位相格子を準備する必要があった。そのため、多数の2値位相格子を作製するのにコストが嵩むという問題があった。また、複雑なパターンを形成するためには、加工作業中に何度も2値位相格子を取り換える必要があり作業効率が低く、加工に長時間を要するという問題があった。

【0005】また、複雑な加工パターンに対応するための回折光学素子として、任意の回折パターンを得ること

のできる多値位相格子または連続位相格子を用いることも考えられるが、これらの位相格子の作製は高度の技術を要するため非常に高価であり、コストが嵩むという問題がある。

【0006】本発明は、上記問題を解決すべく案出されたものであり、多種多様な加工パターンに柔軟に対応することができ、しかも作業効率を高めることができるレーザ加工装置を提供することを主な目的とする。

【0007】

10 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係るレーザ加工装置は、レーザ光源、レーザ光源から出射されたレーザ光を変調する回折光学素子とを少なくとも有するレーザ加工装置であって、円盤状のディスクに複数個の前記回折光学素子を設けたものである。これにより、従来のように個々の回折光学素子を別途作製するよりもコストを低減することができる。また、各パターンの回折光学素子を高速かつ容易に切り換えることができるので、作業効率を向上させることができる。

20 【0008】そして、前記複数個の回折光学素子を選択するための選択手段を設け、前記選択手段は形成すべきパターンに応じて所望の回折光学素子を選択するように構成することにより、形成したいパターンに応じて上記ディスクを回転させて所望の回折光学素子を選択し、その選択された回折光学素子に上記レーザ光を照射することにより、複雑な加工パターンに対しても柔軟に対応することができる。

30 【0009】なお、上記回折光学素子は、二値位相格子で構成することができ、この場合には比較的安価に多数のパターンを形成することができる。また、複雑なパターンの加工を行う場合には、複数のパターンの二値位相格子を適宜切り換えて用いる。

【0010】また、上記回折光学素子は、多値位相格子または連続位相格子で構成することもできる。この場合には、一つの素子で複雑なパターンの加工を行うことができるので、回折光学素子の切り換え回数を低減して高速で加工を行うことが可能となる。

40 【0011】また、上記レーザ光源は間歇的にレーザ光を出力し、該レーザ光の出力タイミングと、上記ディスクの回転とが同期するようにできる。これによれば、ディスク上の所望の回折光学素子が所定位置に来た時に確実にレーザ光を照射することができる。

【0012】なお、上記回折光学素子の幅Lは、Dをレーザ光のビーム径、Rを上記ディスクの半径、 ω をディスクの回転角速度、 Δt を上記レーザ光のパルス幅としたときに、 $(L-D)/R\omega \geq \Delta t$ の条件を満たすように決定することにより、回折光学素子内にレーザ光を確実に照射することができる。

50 【0013】また、上記ディスクが複数枚配置されるようにしてもよい。

【0014】さらに、前記複数枚のディスクが同一軸上に配置されてなり、各ディスクは独立して制御されるようにしてもよい。これによれば、複数枚のディスクに形成されている回折光学素子によってレーザ光の変調を重畳することができるため、複雑なパターンに対してより柔軟に対応して加工を行うことができる。

【0015】また、前記複数枚の上記ディスクが互いに異なる軸上にそれぞれ複数枚配置されてなり、各ディスクは独立に制御されるようにしてもよい。これによっても、複数枚のディスクに形成されている回折光学素子によってレーザ光の変調を重畳することができるため、複雑なパターンに対してより柔軟に対応して加工を行うことができる。

【0016】また、第1の軸に形成された少なくとも1つの前記ディスクの一部が、第1の軸とは異なる軸に形成された少なくとも1つのディスクと重なるように配置されるとともに、それぞれのディスクの回転が独立して制御されるようにしてもよい。

【0017】また、上記ディスクは透明材料で構成され、上記回折光学素子は透過型の素子であるようにしてもよい。この場合には、レーザ光は回折光学素子を透過する際に所定のパターンに変調を受けることとなる。

【0018】また、上記ディスクは金属材料で構成され、上記回折光学素子は反射型の素子であるようにしてもよい。この場合には、レーザ光は回折光学素子で反射される際に所定のパターンに変調を受けることとなる。

【0019】なお、上記ディスクは、樹脂と前記樹脂の表面に形成された反射膜とからなり、上記回折光学素子は前記反射膜に形成される反射型の素子であるようにしてもよい。この場合には、レーザ光は回折光学素子としての反射膜で反射される際に所定のパターンに変調を受けることとなる。

【0020】また、上記回折光学素子は、上記ディスク上に形成される同心円状のトラックに配置されるように構成することができる。これによれば、例えば音楽CD等と同様の手法で、所定のトラックの所望の回折光学素子を高速かつ的確に選択することが可能となる。

【0021】また、上記レーザ光源は、パルスレーザまたはQスイッチレーザとすることができる。

【0022】また、上記レーザ光源のレーザ光の出力タイミングと、上記ディスクの回転の同期は、上記ディスクを駆動モータにより等速で回転させ、予めプログラムされた時系列信号に基づいてレーザ光源を制御することにより行うことができる。これによれば、予めプログラムされた時系列信号に基づいて、ディスクの回転に同期させてレーザ光を出力して、確実に所望の回折光学素子に照射することができる。

【0023】また、上記レーザ光源のレーザ光の出力タイミングと上記ディスクの回転の同期は、上記ディスク上にレーザ光透過窓を設け、該レーザ光透過窓を透過し

たレーザ光が、折り返し光路を構成する反射系および光学系を介して前記レーザ光透過窓と対応づけられた当該ディスク上の回折光学素子に照射されることにより行うことができる。これによれば、レーザ光透過窓を透過したレーザ光のみを当該レーザ光透過窓と対応づけられた回折光学素子に確実に照射させることができる。

【0024】なお、上記折り返し光路を光ファイバで形成するならば、低損失でより効率良くレーザ光を伝播させることができる。

10 【0025】また、上記レーザ光源のレーザ光の出力タイミングと、上記ディスクの回転の同期は、上記ディスクの駆動モータの制御情報および上記レーザ光源の制御情報を記録した情報記録領域を上記ディスク上に設け、該情報記録領域から読み出された制御情報に基づいて行うことができる。これによれば、上記情報記録領域に記録された制御情報を読み出すことにより上記ディスクの回転状態とレーザ光源のレーザ光の出力タイミングを適宜制御して所望の回折光学素子にレーザ光を確実に照射することができる。

20 【0026】なお、上記情報記録領域に記録された情報は、光学的に読みとり可能なコードパターンで表すことができる。

【0027】また、上記回折光学素子は、XY座標系で設計した素子データをR θ 座標系に変化し、変換後のデータに基づいて上記ディスク上に形成することができる。これにより、精度の高い回折光学素子を形成することができる。

【0028】また、上記回折光学素子は、ディスク上に同心円状に形成されたキャリアを位相変調または位置変調して形成されるようにしてもよい。これによれば、精度の高い回折光学素子を高速に作製することができる。

【0029】また、上記回折光学素子は、上記ディスクの両面に形成されるようにしてもよい。

【0030】また、本願に係る他の発明は、複数の回折光学素子が形成されたディスクと、レーザ光源とを少なくとも有するレーザ加工装置により試料を加工する加工方法において、前記レーザ光源からのレーザ光を前記回折光学素子を介して変調し、前記試料に照射し、所定のパターンを形成するようにしたものである。

40 【0031】そして、前記ディスクが複数枚同一軸上に形成されてなり、各ディスクを独立して制御したり、あるいは、異なる軸上に少なくとも1つのディスクが形成されてなり、各ディスクを独立して制御し、所望のパターンを形成することにより、複雑なパターンに対してより柔軟に対応して加工を行うことができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を図面に基いて説明する。

50 【0033】(第1の実施形態)図1は第1の実施形態に係るレーザ加工装置の概略構成を示すブロック図であ

る。図1において、レーザ加工装置Sは、レーザ光源1、光量可変部2、可変アパーチャ3、光変調装置H、ダイクロイックミラー4、対物レンズ5等から構成される加工レーザ照射系と、観察光源6、ハーフミラー7、CCDカメラ8、モニター9および対物レンズ5等から構成される観察光学系とを有する。

【0034】レーザ光源1は、繰り返しによってパルス状のレーザ光を出力するQスイッチを備えたYAGレーザ（例えば、波長 $0.532\mu\text{m}$ 、繰り返し周波数1KHz、パルス幅100nsec、ガウシアン強度分布（ビーム幅）10mm）等で構成され、例えばレーザ光出力口に非線形結晶素子1aを組み込んで高調波のレーザ光を出力できるようにしてある。

【0035】レーザ光源1から出射されたレーザ光L1aは、光量可変部2に入射する。光量可変部2には、透過率の異なる複数のNDフィルタが装備されており、このフィルタを選択的に光路に介在させることによりレーザ光L1aの光量が調整される。光量可変部2を出たレーザ光L1bは、可変アパーチャ3に入射し、波形が成形される。なお、光量可変部2および可変アパーチャ3の動作は何れもマイクロコンピュータ等で構成される制御装置Cによって制御される。

【0036】可変アパーチャ3を出たレーザ光L1cは、本発明の重要な構成要素である光変調装置Hに入射する。光変調装置Hは、回転ディスクD、回転軸10、パルスモータM等から構成されている。回転ディスクDは、表面に複数の回折光学素子が形成されており、レーザ光に対する作用の仕方により透過型と反射型に大別される。この内、図1に示す実施形態では、透過型の回転ディスクDが用いられる。回転ディスクDを回転させるパルスモータ（駆動モータ）Mは制御装置Cの制御により、レーザ光L1aの出力タイミングと同期して駆動（例えば、回転ディスクDの回転速度20mm/sec）され、所望の回折光学素子に対して選択的にレーザ光L1cを照射できるようになっている。

【0037】なお、制御装置Cは、ROMやRAM等の記憶装置に格納された時系列信号に関するプログラムに基づいて制御されるようにしてもよいし、あるいは回転ディスクD上にモータの制御情報および上記レーザ光源のレーザ駆動装置の制御情報を記録した情報記録領域を設け、該情報記録領域から読み出された制御情報に基づいて行われるようにしてもよい。この場合に、情報記録領域は、光学的に読みとり可能なコードパターン（例えばバーコード）とすることができる。

【0038】また、回転ディスクD上に1または2以上の回折光学素子およびレーザ光透過窓を設け、このレーザ光透過窓を透過したレーザ光が、反射系および光学系を介して前記レーザ光透過窓と1対1で対応づけられる回折光学素子に照射されることにより同期を図ることもできる。

【0039】そして、回転ディスクD上の回折光学素子によって変調され所定の回折パターンとされたレーザ光L1dは、加工光学系と観察光学系の光軸の交点に配置されているダイクロイックミラー4に当たって下方に反射されてレーザ光L1eとなって対物レンズ5に入射する。対物レンズ5はレーザ光L1eを集光し、その集光レーザL1fを被加工物（試料）11に照射するようになっている。なお、被加工物11は、光軸方向（Z軸）および光軸直角面内（X、Y、 θ 方向）において移動制御可能なステージ12上に載置されている。

【0040】次に、観察光学系について簡単に説明する。この光学系は、観察光源6としてハロゲンランプ等を備え、同光源から出射された観察光L2は、ハーフミラー7に当たって下方側に反射され、前述のダイクロイックミラー4および対物レンズ5を通過して被加工物11を照射する。被加工物11の表面で反射した観察光は、対物レンズ5、ダイクロイックミラー4、ハーフミラー7を通過してCCDカメラ8の光電変換面に達して、被加工物表面の状態の像を結像する。この被加工物表面の像はCRT等からなるモニター9に表示され、加工状態を確認することができる。また、同画像は図示しない画像処理装置に送られて処理されアライメント等に利用される。

【0041】ここで、上記光変調装置H、特に回転ディスクDの詳細について図2を参照しながら説明する。

【0042】図2の（a）は、透過型の光変調装置H1の基本構成を、（b）は反射型の光変調装置H2の基本構成を示す概略説明図である。

【0043】透過型の光変調装置H1は、透明な回転ディスクD1と、パルスモータMと、コリメートレンズ100とから構成されている。回転ディスクD1は例えばホトポリマ、アクリル、石英等の透明材料で構成される。

【0044】回転ディスクD1の表面には、複数（ n 個： n は整数）の透過型の回折光学素子 K_n （ K_1 、 K_2 、 $K_3 \cdots K_{n-1}$ 、 K_n ）が形成されている（図6（a）参照）。

【0045】これらの回折光学素子 K_n は例えばガラス原盤に形成された二値位相格子あるいは多値位相格子、連続位相格子で構成され、レーザ光が照射されると回折によりそれぞれ所望の加工パターンを形成できるように各格子が形成されている。

【0046】即ち、例えば回折光学素子 K_1 が二値位相格子である場合には例えば図3に示すような長方形の枠形の加工パターンP1を形成する（図3（a）は加工パターンP1の全体を、（b）はその一部を拡大したものである）。

【0047】また、上記長方形の枠形の回折パターンP1を例えば図4に示すように、複数のパターンの集合として形成することもできる。つまり、回折パターンP1

をP1a, P1b, P1c, P1dの短冊状の四つのパターンに分解し、それぞれのパターンを回折光学素子K2, K3, K4, K5として回転ディスクD1に記録することにより、回転ディスクD1を回転させて、各回折光学素子K2~K5の各回折パターンP1a, P1b, P1c, P1dのレーザ加工を順次行って最終的に枠形の加工パターンP1の形状を得ることができる。

【0048】また、例えば図5(a)に示すように回折光学素子Knが位相量子化数16などの多値位相格子である場合には、例えば図5(b)に示す鳥の形状パターンのような比較的複雑な形状の加工パターンを一つの回折光学素子で形成することもできる。

【0049】このような回折光学素子Knによる加工パターンを得るには、先に説明したように、レーザ光源1から出射され、光量調整および波形成形を経たレーザ光L1cを所望の回折光学素子Knに照射する。

【0050】この場合に、上記回折光学素子Knの幅Lnは、Dをレーザ光のビーム径、Rを上記ディスクの半径、 ω をディスクの回転角速度、 Δt を上記レーザ光のパルス幅としたときに、 $(Ln-D)/R\omega \geq \Delta t$ の条件を満たすように決定することにより、図7のように回折光学素子Kn内にレーザ光L1cを確実に照射することができる。なお、図7において矢印AはディスクD1の回転方向を示す。

【0051】これにより、レーザ光L1cは回折光学素子Knにより変調されて所定の回折パターンを含んだレーザ光L1c'として出射され、コリメートレンズ100により平行光とされ、レーザ光L1dとして上記ダイクロイックミラー4に当たって下方に反射されてレーザ光L1eとなって対物レンズ5に入射する。次いで、レーザ光L1eは対物レンズ5で集光され、その集光レーザ光L1fが被加工物11に照射されることにより照射域が局所加熱され所望のパターンが被加工物11上に形成される。なお、レーザ光L1aの強度を変えることにより深さの異なる3次元加工を行うことも可能である。

【0052】一方、図2(b)に示す反射型の光変調装置H2は、反射型の回転ディスクD2、パルスモータM、集光レンズ100、ダイクロイックミラー101とから構成されている。反射型の回転ディスクD2は、アルミニウムやシリコン等で形成されてそれ自体が反射体となり得るディスクD2a(図6(b)参照)あるいはホトポリマ、アクリル、石英等の透明材料からなるディスクD2b上に金属薄膜等の反射層200を形成(図6(c)参照)して構成される。

【0053】反射型の回転ディスクD2(D2a, D2b)の表面には、複数(n個:nは整数)の反射型の回折光学素子Kn'(K1', K2', K3'...Kn-1', Kn')が形成されている。この回折光学素子Kn'も例えば二値位相格子あるいは多値位相格子、連続位相格子で構成されており、レーザ光が照射されて反射する際に

回折、干渉により変調されて所望の加工パターンを形成することができるようになっている。

【0054】このような回折光学素子Kn'による加工パターンを得るには、例えば図2(b)に示すように、上方側に配置されたレーザ光源1からのレーザ光L3が偏光ビームスプリッタ101に入射され、その偏光ビームスプリッタ101で反射されて、1/4波長板102を介して円偏光となり、レーザ光L3aとして回折光学素子Kn'に入射する。レーザ光L3aは回折光学素子Kn'により変調されて所定の回折パターンを含んだレーザ光L3bとして反射され、ふたたび1/4波長板102を通過することによりレーザ光L3aと直交する直線偏光とされて、偏光ビームスプリッタ101を通過し、コリメートレンズ100により平行光とされ、レーザ光L3cとして上記ダイクロイックミラー4に当たって下方に反射されてレーザ光L1eとなって対物レンズ5に入射する。次いで、レーザ光L1eは対物レンズ5で集光され、その集光レーザ光L1fが被加工物11に照射されることにより照射域が局所加熱され所望のパターンが被加工物11上に形成される。なお、レーザ光L3の強度を変えることにより深さの異なる3次元加工を行うことも可能である。

【0055】また、上記回折光学素子Kn'の幅Ln'は、Dをレーザ光のビーム径、Rを上記ディスクの半径、 ω をディスクの回転角速度、 Δt を上記レーザ光のパルス幅としたときに、 $(Ln'-D)/R\omega \geq \Delta t$ の条件を満たすように決定することにより、回折光学素子Kn'内にレーザ光L3aを確実に照射することができる。

【0056】ここで、上記回転ディスクD1およびD2の製造方法について述べる。

【0057】回転ディスクD1, D2の製造には、基本的にCD(コンパクトディスク)を製造する際に用いられる周知の方法を適用することが可能である。

【0058】本実施形態では光ディスクスタンプによる製造工程を示すが、本発明はこのディスクの製造方法により制限されるものではない。

【0059】図8は、光ディスクスタンプによる反射型の回転ディスクD2の製造工程の手順を示すフローチャートである。

【0060】ステップ1~ステップS7ではインライン前工程が行われる。まず、ステップS1ではガラス原盤の再生(例えば、原盤表面からの異物の除去等)が行われ次いでステップS2でガラス原盤の研磨が行われる。次いでステップS3に移行してガラス原盤の洗浄が行われ、続いてステップS4でガラス原盤にフォトレジストをコーティングの前処理が行われ、ステップS5でフォトレジストのコーティングが行われる。次いで、ステップS6でレジストのコーティング後の乾燥工程としてベークが行われる。次に、必須ではないがステップS7に

においてレジストがコーティングされたガラス原盤の収納箱等への保管が行われる。

【0061】続いてレジストコーティングが行われたガラス原盤の欠陥検査と膜厚測定が行われ（ステップS8）、異常が検出された場合にはNo（不良）として再びステップS1の原盤再生に戻り、異常が検出されなかった場合にはYes（良品）としてステップS9のレーザカッティング（露光）工程に移行する。

【0062】ステップS9では、カッティング用のレーザ光の強度を所定のデータに基づいて変化させることにより、原盤表面のレジストに上記回折光学素子Kn'の各回折パターンを形成する。

【0063】上記データとして、例えば上記回折光学素子Kn, Kn'の各パターンをXY座標系のビットマップとして表した一次データを所定の処理によりR-θ座標系（Rはディスク半径、θはディスクの中心角）の情報に変換した二次データを用いることにより、レーザ光により再生した際に高精度の加工パターンを形成することができる。

【0064】次いで、ステップS10～S13のインライン後工程に移行する。ステップS10ではステップS9で露光したガラス原盤の現像処理が行われ、次いでステップS11で無電解前処理が行われる。続いてステップS12では無電解（NED）導体化処理が行われ、必須ではないが導体化された複数のガラス原盤の収納箱等への保管が行われる（ステップS13）。

【0065】次いで、ステップS14で導体化ガラス原盤のNiの電鍍処理が行われ、ステップS15で電鍍後のガラス原盤の外観検査が行われる。検査の結果、異常が検出された場合には再びステップS1の原盤再生に戻り、異常が検出されなかった場合にはステップS16に進む。

【0066】ステップS16では、電鍍後のNi板の裏面研磨が行われ、次いでステップS17でガラス原盤とNi板の剥離が行われる。次いで、ステップS18でNi板の内外径プレスが行われステップS19で洗浄されて反射型の回転ディスクD2が完成される。

【0067】このようにして製造された反射型の回転ディスクD2は、R-θ座標系に変換されたデータに基づいて回折光学素子Kn'が形成されているので、レーザ光が照射されて反射する際に回折、干渉して変調され、それが被加工物に照射されると高精度の加工パターンを形成することができる。

【0068】なお、周知の製造方法により透明樹脂等からなるディスクに回折光学素子を形成する場合にも、R-θ座標系に変換されたデータに基づいて回折光学素子を形成することにより、透過型の回転ディスクD1を得ることができ、このディスクD1にレーザ光が照射されて透過する際に回折、干渉して変調され、それが被加工物に照射されると高精度の加工パターンを形成すること

ができる。

【0069】また、先に述べたように、透明樹脂等からなるディスクに回折光学素子を形成し、その上に反射膜を形成して反射型の回転ディスクD2を形成することもできる。

【0070】また、ディスクD1, D2上に同心円状に形成されたキャリアを位相変調または位置変調して回折光学素子Kn, Kn'を形成するようにしてもよい。

【0071】回折光学素子Kn, Kn'は、図9(a)に示すように一つの円周上に形成される一つのトラックT1上に複数の回折光学素子Kn (Kn')を形成してもよいし、あるいは図9(b)に示すように同心円状の複数のトラックT1, T2・・・上に複数の回折光学素子Kn (K1, K2・・・)およびkn (k1, k2・・・)を形成するようにしてもよい。

【0072】また、回折光学素子Knは、図10(a)に示すように回転ディスクD1 (D2)の片面側にのみ形成されるようにしてもよいし、また図10(b)に示すように回転ディスクD1 (D2)の両面側に形成するようにしてもよい。特に反射型の回転ディスクD2では、両面側に異なるパターンの回折光学素子を形成することにより、回転ディスクD2を裏返すだけで異なるパターンの加工を行うことができる。

【0073】（第2の実施形態）第2の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置を図11を参照して説明する。ここで、図11は、第2の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。本実施形態では、レーザ光源を1a, 1bと二つ設けた構成となっている。

【0074】レーザ光源1aは上記第1の実施形態と同様のYAGレーザ、レーザ光源1bは例えばCO₂レーザが用いられる。

【0075】レーザ光源1a, 1bはミラーM1とダイクロックミラーM2を介して同一光軸で透過型の回転ディスクD1に入射するようになっている。

【0076】回転ディスクD1には、レーザ光源1aのレーザ光の波長に作用するタイプAの回折光学素子Ka1, Ka3と、レーザ光源1bのレーザ光の波長に作用するタイプBの回折光学素子Ka2, Ka4・・・が交互に形成されている。これによれば、レーザ光源1a, 1bを交互に出力するようにし、かつ回転ディスクD1の回転とその出力タイミングを同期させることにより、2つの加工パターンP1 (P2)を交互に形成することができる。

【0077】しかも、加工パターンP1, P2の波長の違いにより、例えばCO₂レーザ（レーザ光源1b）による加工パターンP2で被加工物の表面を局所加熱し、YAGレーザ（レーザ光源1a）による加工パターンP1で被加工物の穴あけを行うといった別々の加工を並列的に行うことができる。

【0078】なお、本実施形態は、原理的には二つのレーザ光源に限られるものではなく、二以上のレーザ光源を用い、回転ディスクD1上に二以上の波長に作用する回折光学素子を形成することも可能である。

【0079】(第3の実施形態)第3の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置を図12を参照して説明する。ここで、図12は第3の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。本実施形態は、複数枚(図上は3枚)の透過型の回転ディスクD1a、D1b、D1cを同軸的に回転させるようにしたものである。

【0080】各回転ディスクD1a、D1b、D1cはそれぞれ駆動源(例えばパルスモータ)M1、M2、M3を備え、各駆動源M1~M3は制御装置Cにより独立して回転数が制御されると共にレーザ光源との同期がとられるようになっている。各回転ディスクD1a、D1b、D1c上には、それぞれ複数の回折光学素子Kb1、Kb2・・・、Kc1、Kc2・・・、Kd1、Kd2・・・が形成されている。

【0081】この実施形態によれば、レーザ光源から出力されたレーザ光L1c(図1参照)は、各回転ディスクD1a、D1b、D1c上の回折光学素子から選択された所望の回折光学素子(例えば、Kb1、Kc2、Kd1)を透過するため、各回折光学素子による変調が重畳させることができ、複雑な加工パターンにも対応することが可能となる。

【0082】(第4の実施形態)第4の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置を図13を参照して説明する。ここで、図13は第4の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。本実施形態は、複数枚(図上は2枚)の透過型の回転ディスクD1d、D1eを異軸的に回転させるようにしたものである。

【0083】各回転ディスクD1d、D1eはそれぞれ駆動源(例えばパルスモータ)M4、M5を備え、各駆動源M4、M5は制御装置Cにより独立して回転数が制御されると共にレーザ光源との同期がとられるようになっている。

【0084】各回転ディスクD1d、D1e上には、それぞれ複数の回折光学素子Ke1、Ke2・・・、Kf1、Kf2・・・が形成されている。なお、回折光学素子と同一円上にレーザ光の透過窓Wを設けることもできる(図13(b)参照)。

【0085】この実施形態によれば、レーザ光源から出力されたレーザ光L1c(図1参照)は、各回転ディスクD1d、D1e上の回折光学素子から選択された所望の回折光学素子(例えば、Ke1とKf3)を透過するため、各回折光学素子による変調を重畳させることができ、複雑な加工パターンにも対応することが可能となる。また、何れかの回転ディスクD1d、D1eにおいてレーザ光の透過窓Wが設けられ、かかる透過窓Wが選

択された場合には、何れか一方の回転ディスクの回折光学素子の加工パターンで加工を行うこともできる。

【0086】(第5の実施形態)第5の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置を図14を参照して説明する。ここに、図14は第5の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。本実施形態は、回転ディスクD1f上に1または2以上のレーザ光透過窓W1、W2を設け、このレーザ光透過窓W1、W2を透過したレーザ光が、反射系(例えばミラー)および光学系(例えば光ファイバ)からなるレーザ光折り返し光学系300を介して前記レーザ光透過窓W1、W2と1対1で対応づけられて回転ディスクD1fに設けられている回折光学素子Kg1、Kg2に照射される構成となっている。

【0087】この実施形態によれば、レーザ光L5は、回転ディスクD1f上のレーザ光透過窓W1、W2を透過した場合にのみ対応する回折光学素子Kg1、Kg2に照射されて変調され所定の回折パターンとされ、さらに対物レンズ102で集光され、そのレーザ光L6が被加工物に照射される。したがって、レーザ光源の出力タイミングと回転ディスクD1fの同期が物理的にとられるため、回転ディスクD1fの回転制御やレーザ光源の出力タイミングの精密な制御は不要となるメリットがある。

【0088】(第6の実施形態)第6の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置を図15を参照して説明する。ここで、図15は第6の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。本実施形態は、回転ディスクD1g上に1または2以上のコーディングパターン(エンコード)E1、E2を設け、このエンコードE1、E2にレーザ光が照射された際に得られる信号光Sgを検知器500で検知し、その検知した情報に基づいて回転ディスクD1gの回転速度およびレーザ光源の出力タイミングを制御装置Cで制御して、所望の回折光学素子Kg1、Kg2にレーザ光を照射する構成となっている。

【0089】この実施形態によれば、コーディングパターン(エンコード)E1、E2に種々の加工データを記録することが可能であり、その加工データを検知器500で読み取ることにより、複雑な加工を自動的に行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係るレーザ加工装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】(a)は、透過型の光変調装置H1の基本構成を、(b)は反射型の光変調装置H2の基本構成を示す概略説明図である。

【図3】二値位相格子による加工パターンを例示する図である。

【図4】加工パターンと回転ディスクD1の回折光学素

子との関係を例示する説明図である。

【図5】多値位相格子による加工パターンを例示する図である。

【図6】実施形態に係る回転ディスクの概略断面図である。

【図7】回折光学素子 K_n とレーザ光 L_{1c} との関係を示す図である。

【図8】光ディスクスタンプによる反射型の回転ディスク D_2 の製造工程の手順を示すフローチャートである。

【図9】回転ディスク D_1 (D_2) 上の回折光学素子の配列例を示す平面図である。

【図10】実施形態に係る回転ディスク D_1 (D_2) の概略断面図である。

【図11】第2の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。

【図12】第3の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。

【図13】第4の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。

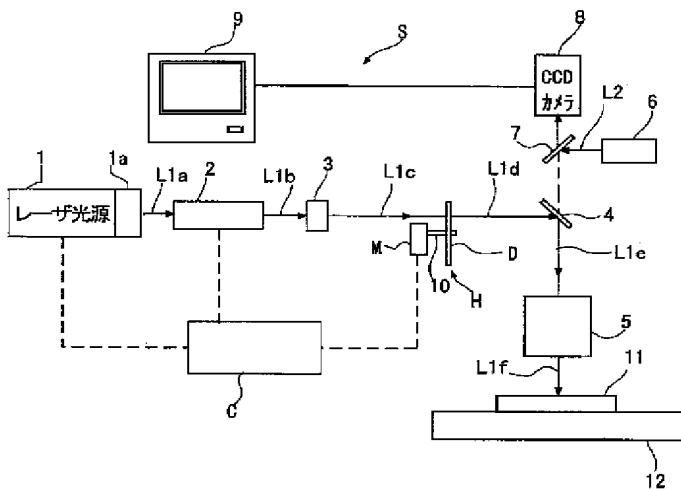
【図14】第5の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。

【図15】第6の実施形態に係るレーザ加工装置の光変調装置の概略説明図である。

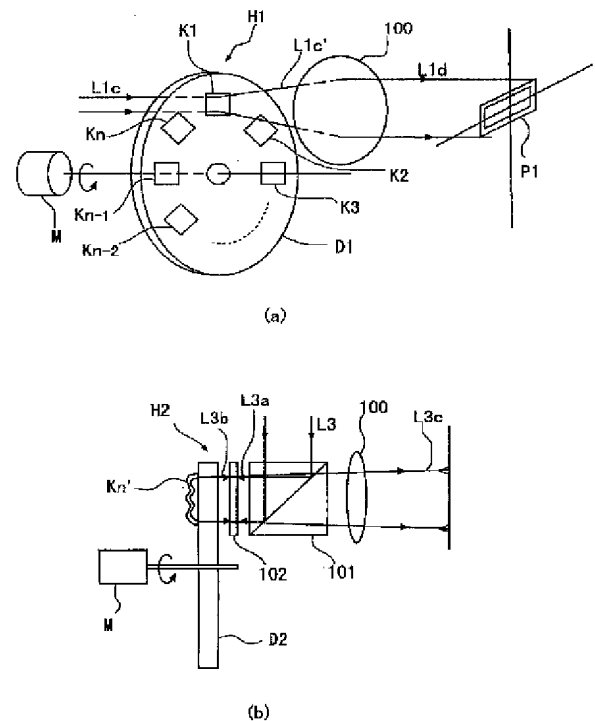
【符号の説明】

- S レーザ加工装置
 1 レーザ光源
 2 光量可変部
 3 可変アパーチャ
 4 ダイクロイックミラー
 5 対物レンズ
 6 観察光源
 7 ハーフミラー
 8 CCDカメラ
 9 モニター
 H1 透過型の光変調装置
 H2 反射型の光変調装置
 D1 透過型の回転ディスク
 D2 反射型の回転ディスク
 M パルスモータ
 C 制御装置
 100 対物レンズ
 101 偏光ビームスプリット
 102 1/4波長板
 K_n, K_n' 回折光学素子
 T_1, T_2 トラック
 300 レーザ光折り返し光学系
 500 検知器
 E1, E2 コーディングパターン (エンコーダ)

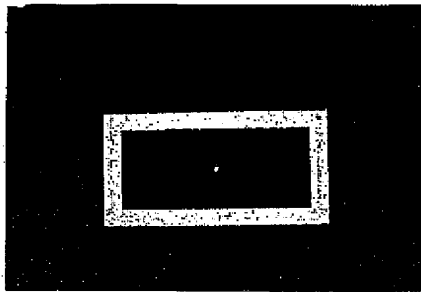
【図1】



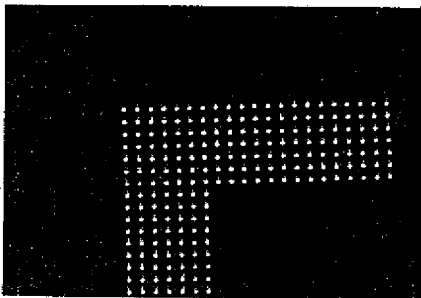
【図2】



【図3】



(a)



(b)

【図5】

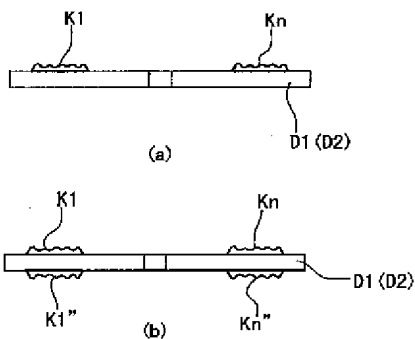


(a)

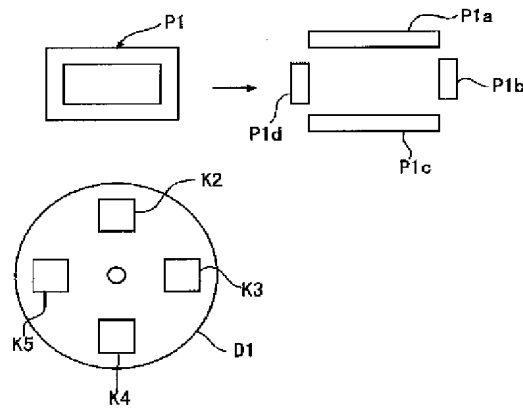


(b)

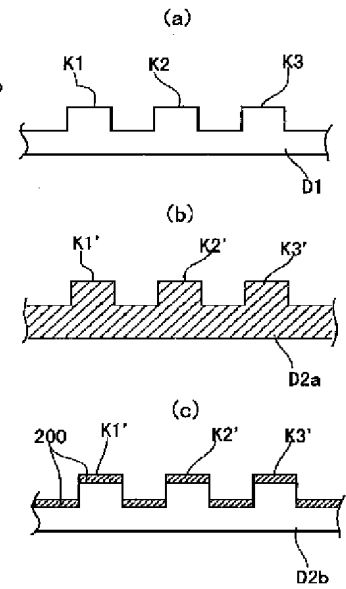
【図10】



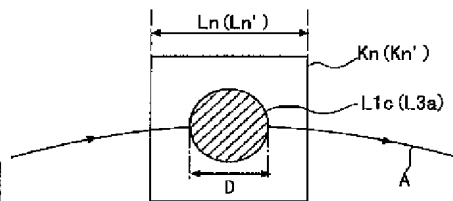
【図4】



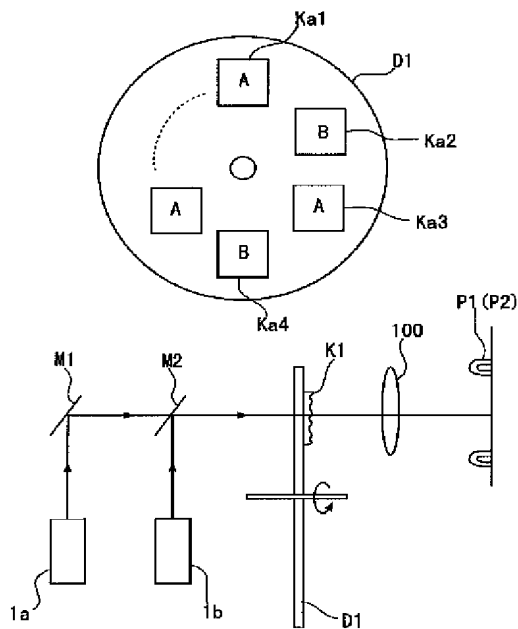
【図6】



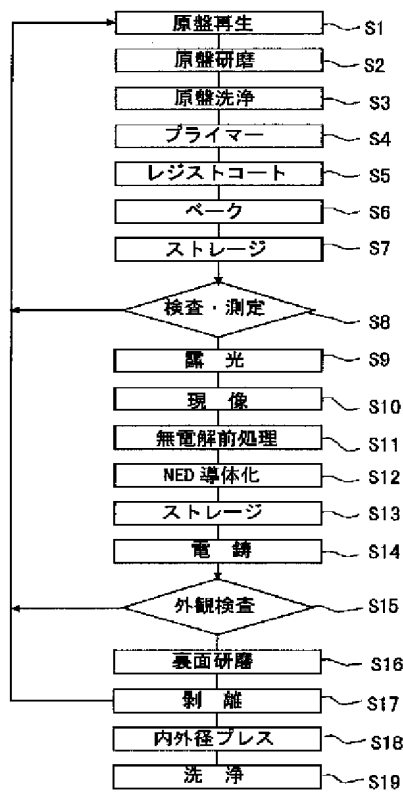
【図7】



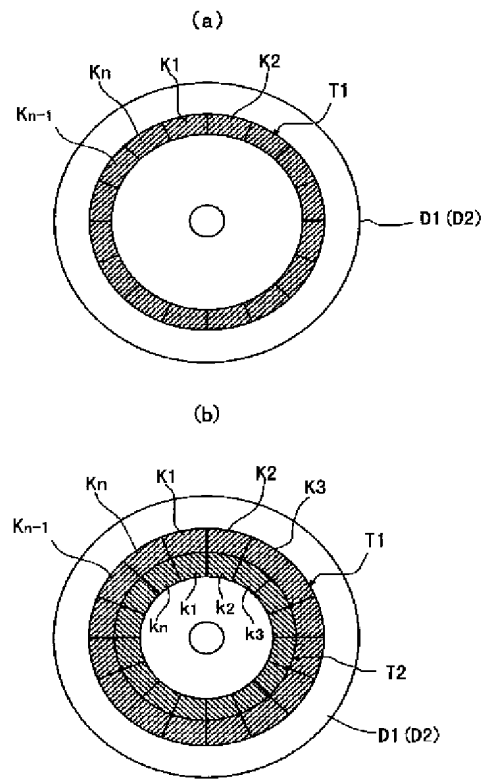
【図11】



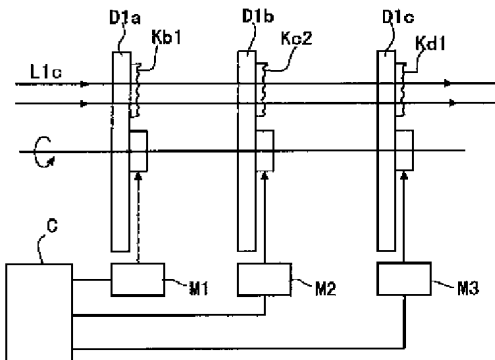
【図8】



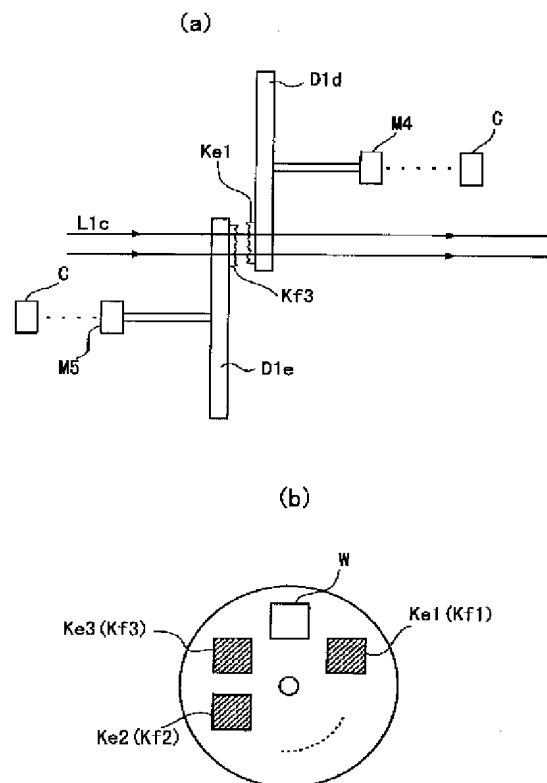
【図9】



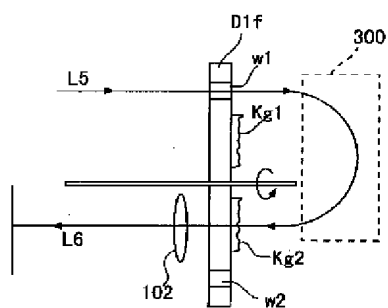
【図12】



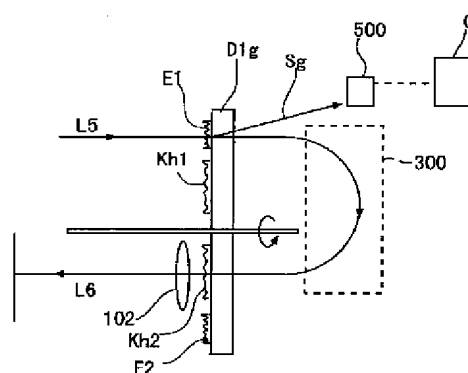
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 長坂 公夫
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2H049 AA03 AA07 AA33 AA64 AA66
AA69
4E068 CD05 CD08 CK01

PAT-NO: JP02000280085A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000280085 A
TITLE: DEVICE AND METHOD OF LASER
PROCESSING DEVICE
PUBN-DATE: October 10, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AMAKO, ATSUSHI	N/A
UMETSU, KAZUNARI	N/A
NAGASAKA, KIMIO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEIKO EPSON CORP	N/A

APPL-NO: JP11090013
APPL-DATE: March 30, 1999

INT-CL (IPC): B23K026/06 , G02B005/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a processing device which can correspond to various processing patterns flexibly and heighten working efficiency by installing a laser light source, and plural diffraction optical elements for modulating the laser lights to a circular disk.

SOLUTION: A laser light L1a ejected from a laser light source 1 is adjusted in its light volume by an ND filter of a light volume variable part 2, and the laser light 1b outputted from the light volume variable part 2 is incident on a variable aperture 3 so as to form wave forms. The laser light

L1c outputted from the variable aperture 3 is then incident on a light modulator H. The light modulator H comprises a rotation disc D, a rotation axis 10, a pulse motor M, or the like. The rotation disc D is a transmission type that plural diffraction optical elements are formed on the surface. A pulse motor M for rotating the rotation disc D is driven by control of a control unit C while synchronizing with an output timing of the laser light L1a, so as to radiate the laser light L1c selectively against the desired diffraction optical elements.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO